

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
16. Juni 2005 (16.06.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/054022 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B60T 8/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/002357

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. Oktober 2004 (22.10.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 56 510.8 3. Dezember 2003 (03.12.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **NIMMO, Matthew** [DE/DE]; Kastanienallee 19, 71368 Ludwigsburg (DE). **HEY, Matthias** [DE/DE]; Bonner Str. 9, 97084 Wuerzburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

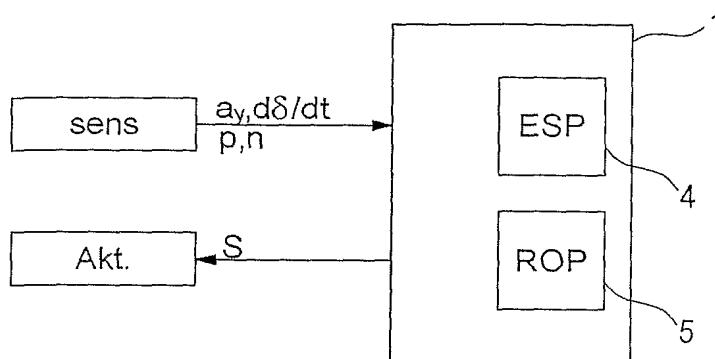
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: DRIVING DYNAMICS CONTROL SYSTEM FEATURING EARLY PRESSURE BUILD-UP ON THE WHEEL THAT IS TO BE CONTROLLED

(54) Bezeichnung: FAHRDYNAMIKREGELUNG MIT VORGEZOGENEM DRUCKAUFBAU AM ZU REGELNDEN RAD



(57) Abstract: The invention relates to a method for improving the operability of a driving dynamics control system (1-5) which intervenes in the driving operation in critical driving situations by automatically engaging the brake on selected wheels (7,8). The reaction rate of the brake system (3) can be substantially increased if the imminent critical driving state is recognized already before the actual control intervention and a low preparatory brake pressure (22) is built up on at least one wheel on which a future control intervention is expected to take place.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbessern der Funktionsfähigkeit einer Fahrdynamikregelung

WO 2005/054022 A1

(1-5), die in kritischen Fahrsituationen durch automatischen Bremseneingriff an ausgewählten Rädern (7,8) in den Fahrbetrieb eingreift. Die Reaktionsgeschwindigkeit des Bremssystems (3) kann wesentlich erhöht werden, wenn bereits vor dem eigentlichen Regeleingriff der bevorstehende kritische Fahrzustand erkannt wird und an wenigstens einem Rad, an dem ein zukünftiger Regeleingriff erwartet wird, ein geringer Vorbereitungs-Bremsdruck (22) aufgebaut wird.

5

## Beschreibung

10

Fahrdynamikregelung mit vorgezogenem Druckaufbau am zu regelnden Rad

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fahrdynamikregelung in kritischen Fahrsituationen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, sowie eine entsprechende Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

20 Fahrdynamikregelungen dienen dazu, den Fahrer in kritischen Fahrsituationen zu unterstützen und das Fahrzeug automatisch wieder zu stabilisieren. Bekannte Fahrdynamikregelungssysteme, wie z.B. ESP (elektronisches Stabilitätsprogramm) oder ROM (Roll-Over-Mitigation) bedienen sich dabei üblicherweise der Fahrzeugbremsen oder der Motorsteuerung als 25 Stellglieder, um in den Fahrbetrieb einzutreten. Andere Systeme nutzen z.B. auch ein aktives Feder/Dämpfer-System (Normalkraftverteilungssystem) oder eine aktive Lenkung.

30 Eine Fahrdynamikregelung, wie z.B. ESP, regelt meist die Giergeschwindigkeit des Fahrzeugs, d.h. die Drehung des Fahrzeugs um die Hochachse. Beim Übersteuern oder Schleudern eines Fahrzeugs ist die Giergeschwindigkeit höher als sie nach den Fahrervorgaben (Lenkradwinkel, Gaspedalstellung, Bremsbetätigung) sein sollte. Um das Fahrzeug zu 35 stabilisieren, berechnet der Regelalgorithmus ein Ausgleichs-Giermoment, das durch Ansteuerung ausgewählter Radbremsen umgesetzt wird. Dabei gibt der Regelalgorithmus üblicherweise ein Bremsmoment in Form von Sollschlupf für einzelne Räder vor, der mit Hilfe eines Bremsschlupfreglers 40 eingestellt wird.

5 Um bei Übersteuern ein geeignetes Ausgleichs-Giermoment einzustellen, eignet sich vor allem das kurvenäußere Rad. Dieses Rad hat einen zum Fahrzeugschwerpunkt günstigen Hebelarm und kann aufgrund einer typischen Fahrwerkauslegung auch eine hohe Kraft absetzen.

10 Fahrdynamikregelungssysteme mit einer Kippstabilisierungsfunktion, wie z.B. ROM, greifen mit Bremseingriffen ebenfalls typischerweise auf das kurvenäußere Vorderrad zu. Dieses Rad ist zumeist hoch belastet und trägt dadurch stark 15 zum Aufbau einer hohen und eventuell kritischen Querbeschleunigung bei.

Bei hochdynamischen Manövern wie zum Beispiel Spurwechsel- oder Fishhook-Manöver gerät das Fahrzeug typischerweise beim 20 ersten Gegenlenken in einen kritischen Fahrzustand. Hier kann einerseits eine hohe Querbeschleunigung auftreten, bei denen vor allem Fahrzeuge mit hohem Schwerpunkt in einen kippkritischen Bereich gelangen können. Andererseits kann es zu diesem Zeitpunkt auch zum starken Übersteuern kommen. Ein 25 Bremsmomenteneingriff am kurvenäußeren Vorderrad hilft demnach bei hochdynamischen Manövern sowohl gegen das Kippen als auch gegen das Übersteuern.

30 Bekannte Fahrdynamikregelungen greifen i.d.R. dann in den Fahrbetrieb ein, wenn die Regelabweichung der Giergeschwindigkeit eine vorgegebene Anregelschwelle überschreitet. Bei Überschreiten der Anregelschwelle werden eine Stellanforderung an das hydraulische Bremssystem, bzw. eine Hydraulikpumpe des Bremssystems, ausgegeben und 35 verschiedene Ventile eines Hydroaggregats vom Steuergerät angesteuert.

40 Aufgrund verschiedener verzögernder Ursachen, wie z.B. dem Hochlaufen der Hydraulikpumpe auf die Solldrehzahl oder dem Befüllen der Bremse mit Bremsflüssigkeit, etc., kann sich der Bremsdruck jedoch nur mit einem endlichen Gradienten

5 aufbauen, so dass das gewünschte Soll-Bremsmoment erst nach einer vorgegebenen, vom Bremssystem abhängigen Zeitdauer anliegt. Diese Verzögerungszeit kann dazu führen, dass Fahrzeuge, insbesondere bei hochdynamischen Manövern, ins Schleudern geraten und nicht ausreichend schnell stabilisiert  
10 werden können. Gerade bei Fahrzeugen mit hohem Schwerpunkt, wie z.B. Transportern oder SUVs (Sports Utility Vehicles) kann das verzögerte Ansprechverhalten des Bremssystems dazu führen, dass sehr hohe Querbeschleunigungen auftreten, die das Fahrzeug zum Umkippen bringen.

15

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Fahrdynamikregelungssystem derart zu verbessern, dass Fahrzeuge in kritischen Fahrsituationen schneller stabilisiert und am Umkippen gehindert werden können.

20

Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung durch die im Patentanspruch 1 sowie im Patentanspruch 8 angegebenen Merkmale. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

25

Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung besteht darin, dass Bevorstehen eines automatischen Bremseingriffs an einem Rad schon vor dem Auslösen des eigentlichen Regeleingriffs zu erkennen und an diesem Rad einen geringen Vorbereitungs-  
30 Bremsdruck aufzubauen. Dadurch, dass bereits vor dem eigentlichen Regeleingriff der bevorstehende kritische Fahrzustand erkannt wird und an wenigstens einem Rad, an dem ein zukünftiger Regeleingriff erwartet wird, ein geringer Vorbereitungs-Bremsdruck aufgebaut wird, kann die Reaktionsgeschwindigkeit der angesprochenen Bremse wesentlich  
35 erhöht werden. Diese Maßnahme bewirkt somit, dass das Bremssystem schon „vorgespannt“ ist und hat den wesentlichen Vorteil, dass die Ansprechzeit des Bremssystems auf eine Stellanforderung wesentlich kürzer ist und folglich das  
40 Fahrzeug besser stabilisiert werden kann.

5 Das Bevorstehen einer kritischen Fahrsituation (in der ein Regeleingriff erfolgt) kann grundsätzlich aus allen Zustandsgrößen abgeleitet werden, aus denen sich allein oder in Kombination ein Hinweis auf einen bevorstehenden Regeleingriff ergibt. Eine kurz bevorstehende kritische  
10 Fahrsituation kann beispielsweise dadurch erkannt werden, dass die Giergeschwindigkeit stark zunimmt, d.h. der Gradient der Giergeschwindigkeit einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet und/oder die Regelabweichung der Giergeschwindigkeit einen vorgegebenen Schwellenwert  
15 überschreitet (der niedriger ist als die Anregelschwelle für den eigentlichen Stabilisierungseingriff). Ein kurz bevorstehender Regeleingriff kann auch durch Auswertung und Überwachung anderer charakteristischer Fahr-Zustandsgrößen, wie z.B. der Querbeschleunigung bzw. deren Änderung, der  
20 Lenkgeschwindigkeit, etc., erkannt werden.

Das erfindungsgemäße Aufbringen eines Vorbereitungs-Bremsdrucks findet vorzugsweise Anwendung bei hochdynamischen Spurwechselmanövern, wie z.B. bei sogenannten Fishhook-  
25 Manövern, RER-Manövern (Road Edge Recovery) oder dem sogenannten VDA-Test (Elchtest). Diese Manöver zeichnen sich dadurch aus, dass innerhalb kurzer Zeit ein erstes Lenkmanöver, mit dem das Fahrzeug aus der Spur ausgelenkt, und ein zweites Lenkmanöver, mit dem das Fahrzeug durch  
30 Gegenlenken wieder in die ursprüngliche Fahrtrichtung (jedoch seitlich versetzt) ausgerichtet wird, stattfinden. Dabei kommt es häufig nach dem zweiten Lenkmanöver zum Schleudern des Fahrzeugs. Es wird daher vorgeschlagen, vorzugsweise das während des ersten Lenkmanövers kurveninnere Vorderrad, vorzugsweise noch bevor die Lenkung die Ausgangsstellung (d.h. die Lenkradstellung, bevor das erste Lenkmanöver eingeleitet wurde) überschritten hat, mit Vorbereitungs-Bremsdruck zu beaufschlagen. Während des zweiten Lenkmanövers bildet das ursprünglich kurveninnere Vorderrad dann das  
35 kurvenäußere Vorderrad, an dem nun die eigentliche Schlupfregelung stattfindet.  
40

5 Das vorbereitende Beaufschlagen der Bremse des kurveninneren Vorderrads hat den Nachteil, dass während des ersten Lenkmanövers ein zusätzliches übersteuerndes Giermoment auf das Fahrzeug wirkt. Es ist daher sinnvoll, den Vorbereitungs-  
10 Bremsdruck nur so stark bzw. schwach einzustellen, dass das Fahrverhalten nicht zu stark beeinträchtigt wird. Der wesentliche Vorteil dieser vorbereitenden Maßnahme besteht jedoch darin, dass das Fahrzeug nach dem zweiten Lenkmanöver wesentlich schneller wieder stabilisiert werden kann, da die  
15 Vorderradbremse bereits vorgespannt ist.

Bei einem hochdynamischen Spurwechselmanöver wird der Vorbereitungs-Bremsdruck vorzugsweise unter der Bedingung aufgebaut, dass die Querbeschleunigung des Fahrzeugs  
20 betragsmäßig groß ist und die Lenkgeschwindigkeit kleiner Null ist (d.h. eine Lenkbewegung in Richtung der Neutralstellung stattfindet) und einen vorgegebenen Schwellenwert unterschreitet. Die Lenkgeschwindigkeit ist hier als zeitliche Änderung des Lenkwinkels definiert, wobei  
25 sie negativ ist, wenn der Betrag des Lenkwinkels abnimmt, und positiv, falls der Betrag des Lenkwinkels zunimmt.

Dynamische Spurwechselmanöver zeichnen sich vor allem durch sehr schnelle, kurz aufeinanderfolgende Lenkmanöver aus und  
30 können somit z.B. dadurch erkannt werden, dass innerhalb einer vorgegebenen Zeit ein erstes Lenkmanöver, das bezüglich der Querdynamik des Fahrzeugs eine erste Bedingung erfüllt, und ein zweites Lenkmanöver in Gegenrichtung stattfindet, das eine zweite Bedingung erfüllt. Die zugehörigen  
35 Schwellenwerte, z.B. für die Querbeschleunigung, die Änderung der Querbeschleunigung oder die Lenkgeschwindigkeit, sind dabei vorzugsweise so gesetzt, dass zwischen einem Spurwechsel im Rahmen eines Überholmanövers und einem Spurwechsel aufgrund einer kritischen Fahrsituation  
40 unterschieden werden kann.

5 Die Funktion zum Aufbringen des Vorbereitungs-Bremsdrucks wird vorzugsweise deaktiviert, wenn eine vorgegebene Bedingung erfüllt ist, z.B. die Fahrdynamikregelung einen Bremseneingriff anfordert und den Bremsdruck an ausgewählten Rädern erhöht. Die Funktion kann z.B. auch deaktiviert

10 werden, wenn über einen vorgegebenen Zeitraum nur langsame Lenkbewegungen stattfinden, d.h. der Betrag der Lenkgeschwindigkeit während einer vorgegebenen Zeit kleiner ist als ein vorgegebener Schwellenwert.

15 Eine weitere Ausschaltbedingung für den Vorbereitungs-Bremsdruck kann z.B. darin bestehen, dass der Vorbereitungs-Bremsdruck länger als eine vorgegebene Zeitdauer aufrecht erhalten wurde, ohne dass ein Regeleingriff der Fahrdynamikregelung erfolgt wäre.

20 Die Erfindung wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

25 Fig. 1 eine schematische Blockdarstellung eines bekannten Fahrdynamikregelungssystems;

30 Fig. 2 ein Flussdiagramm zur Darstellung der wesentlichen Verfahrensschritte zum Aufbau eines Vorbereitungs-Bremsdrucks;

Fig. 3 verschiedene Phasen während eines Spurwechselmanövers; und

35 Fig. 4 den Verlauf des Bremsdrucks an verschiedenen Rädern des Fahrzeugs während eines Spurwechselmanövers.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Fahrdynamikregelungssystems 1-5. Dieses umfasst eine Sensorik zur Aufnahme verschiedener Fahrzustandsgrößen, aus denen das Istverhalten des Fahrzeugs ermittelt wird. Sämtliche Sensoren des Systems sind dabei in einem Block 2 zusammengefasst.

5 Dieser umfasst z.B. einen Querbeschleunigungssensor, Raddrehzahlsensoren zur Fahrgeschwindigkeitsbestimmung, einen Lenkradsensor, einen Bremsdrucksensor etc.. Das Fahrdynamik-  
10 regelungssystem umfasst ferner ein Steuergerät 1, in dem verschiedene Regelalgorithmen hinterlegt sein können. Im vorliegenden Beispiel umfasst das Regelungssystem einen Algorithmus ESP 4 zur Giergeschwindigkeitsregelung und einen Algorithmus ROP 5 (Roll-Over-Protection), mit dem die maximale Querbeschleunigung des Fahrzeugs begrenzt wird, um ein Umkippen des Fahrzeugs zu verhindern.

15 In einer kritischen Fahrsituation, in der das Fahrzeug übersteuert oder um eine Längsachse zu kippen droht, berechnen die Regelalgorithmen 4 bzw. 5 ein Ausgleichs-Giermoment, um das Fahrzeug zu stabilisieren. Das erforderliche Ausgleichs-Giermoment wird mittels der Radbremsen 3 an ausgewählten Rädern ausgeübt, wobei eine Schlupfregelung durchgeführt wird.

20 Zur Einstellung des vorgegebenen Soll-Bremsdrucks bzw. Soll-Bremsmoments steuert das Steuergerät 1 eine Hydraulikpumpe und verschiedene Ventile (nicht gezeigt) im Bremssystem 3 an. Um eine Verzögerung durch das Hochlaufen der Hydraulikpumpe und das Befüllen der Bremse mit Bremsflüssigkeit zu vermeiden, wird bereits vor dem eigentlichen Regeleingriff 25 ein Vorbereitungs-Bremsdruck 22 (siehe Fig. 4) an derjenigen Radbremse ausgeübt, an der ein zukünftiger Regeleingriff erwartet wird. Durch diese Vorsteuermaßnahme ist das Bremssystem bereits „vorgespannt“ und kann im Regelfall wesentlich schneller reagieren und das gewünschte Soll-  
30 einstellen.

35 Der Vorbereitungs-Bremsdruck ist vorzugsweise derart bemessen, dass das Fahrzeug durch den Vorbereitungs-Bremsdruck nicht maßgeblich in seinem Fahrverhalten beeinflusst wird. Der Vorbereitungs-Bremsdruck kann je nach Fahrzeugtyp z.B. Werte zwischen 20 und 50 bar annehmen.

5

Der Vorbereitungs-Bremsdruck kann beispielsweise in einer Kurvenfahrt, in der das Fahrzeug übersteuert, oder bei einem Spurwechselmanöver, wie z.B. einem Fishhook-Manöver, einem VDA-Test (Elchtest) oder einem RER-Manöver vorsorglich aufgebaut werden.

Das Aktivieren und Deaktivieren des Vorbereitungs-Bremsdrucks bei einem Spurwechselmanöver wird im Folgenden anhand von Fig. 2 beispielhaft näher erläutert.

15

Fig. 2 zeigt die wesentlichen Verfahrensschritte einer Fahrdynamikregelung mit vorgezogenem Druckaufbau an wenigstens einem ausgewählten Rad bei einem Spurwechselmanöver. Dynamische Spurwechselmanöver zeichnen sich durch zwei kurz aufeinanderfolgende Lenkbewegungen aus, mit denen das Fahrzeug in einem ersten Lenkmanöver zunächst aus der Spur ausgelenkt und dann mittels eines zweiten Lenkmanövers zurück in die ursprüngliche Fahrtrichtung ausgerichtet wird. Insbesondere nach dem zweiten Lenkmanöver kann es dabei zum Übersteuern und Schleudern des Fahrzeugs kommen.

Um eine solche Fahrsituation zu erkennen, wird in Schritt 10 zunächst überprüft, ob die Lenkgeschwindigkeit  $d\delta/dt$  größer Null ist und einen vorgegebenen Schwellenwert SW1 überschreitet. Ist dies der Fall (J) deutet dies auf eine sehr schnelle, heftige Lenkbewegung hin, die sich von einem üblichen Überholmanöver unterscheidet.

In Schritt 11 wird dann überprüft, ob innerhalb einer vorgegebenen Zeit T ein weiteres Lenkmanöver in Gegenrichtung durchgeführt wird (Abfrage  $t < T$ ). Außerdem wird überprüft, ob das zweite Lenkmanöver vorgegebene Bedingungen bezüglich der Querdynamik des Fahrzeugs erfüllt. Eine dieser Bedingungen ist, dass die Querbeschleunigung  $ay$  einen vorgegebenen Schwellenwert SW3 überschreitet. Die andere Bedingung besteht darin, dass die Lenkgeschwindigkeit  $d\delta/dt$  kleiner Null ist

5 (d.h. eine Lenkbewegung in Richtung der Neutralstellung durchgeführt wird) und einen Schwellenwert SW2 unterschreitet.

10 Sofern das zweite Lenkmanöver innerhalb der vorgegebenen Zeit T stattfindet (Fall J) wird in Schritt 12 der Vorbereitungs-  
15 Bremsdruck an demjenigen Rad aufgebaut, an dem ein Regeleingriff der Fahrdynamikregelung erwartet wird. Dies ist in Fig 3 das linke Vorderrad 7. Falls die Aktivierungs-  
bedingungen von Block 11 nicht erfüllt sind (N) endet die  
15 Prozedur.

Nach dem Aufbauen des Vorbereitungs-Bremsdrucks werden in Block 13 verschiedene Deaktivierungsbedingungen überprüft.  
Ist eine der Deaktivierungsbedingungen erfüllt, wird die  
20 Funktion wieder deaktiviert. Eine mögliche Deaktivierungs-  
bedingung besteht darin, dass das ESP einen Regeleingriff anfordert und z.B. die Hydraulikpumpe entsprechend ansteuert.  
Sofern innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer T1 kein  
Regeleingriff erfolgt, wird der Vorbereitungs-Bremsdruck  
25 wieder abgebaut.

Ist eine der Ausschaltbedingungen von Block 13 erfüllt, wird in Block 14 die Vorbereitungs-Bremsfunktion zurückgesetzt.  
Die Prozedur ist damit beendet.

30 Fig. 3 zeigt verschiedene Phasen eines Fahrzeugs während eines Spurwechselmanövers. In der Phase A fährt das Fahrzeug  
35 mit einer Geschwindigkeit v in Geradeausfahrt auf der rechten Fahrspur. Ausgehend von dieser Fahrsituation lenkt der Fahrer rückartig nach links auf die andere Fahrspur.  
Dabei wird eine Regelschwelle des ROP- oder ESP-Algorithmus überschritten, so dass das Steuergerät 1 ein Ansteuersignal 20 (siehe Fig. 4) für die Radbremse des rechten Vorderrads 8 ausgibt. Wegen der Trägheit des Bremssystems baut sich der  
40 tatsächliche Bremsdruck (Signal 21; Fig. 4) erst nach einer systemimmanenten Verzögerungszeit auf.

5

Noch vor Erreichen des dargestellten Fahrzustands B beginnt der Fahrer gegenzulenken, wobei die in Block 12 genannten Auslösebedingungen bezüglich der Querbeschleunigung  $a_y$  und der Lenkgeschwindigkeit  $d\delta/dt$  erfüllt werden. Zum Zeitpunkt 10 t1 (Fig. 4) wird daher am linken Vorderrad 7 ein Vorbereitungs-Bremsdruck 22 mit geringem Pegel aufgebaut.

Nach Überschreiten des Fahrzustands B steuert das Fahrzeug 6 in eine Rechtskurve, in der zum Zeitpunkt t2 die 15 Regelschwelle der Fahrdynamikregelung (ROP oder ESP) überschritten wird und das Regelungssystem eine Druckaufbau-Anforderung 23 für die Radbremse des linken Vorderrades 7 ausgibt, um das Fahrzeug 6 zu stabilisieren. Da das Bremssystem 3 bereits vorgespannt ist, kann diese Anforderung 20 innerhalb kürzester Zeit umgesetzt werden (siehe Druckverlauf 24). Ohne den vorsorglichen Druckaufbau am linken Vorderrad 7 wäre der geforderte Soll-Bremsdruck erst eine Zeit  $\Delta t$  verzögert an der linken vorderen Radbremse 7 angelegen (siehe Druckverlauf 25). Die Reaktionszeit des Fahrdynamik- 25 regelungssystems hat sich somit um eine Zeitspanne  $\Delta t$  verbessert. Dadurch kann ein Fahrzeug wesentlich früher abgefangen und stabilisiert werden, was insbesondere bei hochdynamischen Manövern die Fahrsicherheit wesentlich erhöht.

5

## 10 Bezugszeichenliste

1	Steuergerät
2	Sensorik
3	Bremssystem
15	4           ESP-Algorithmus
5	5           ROP-Algorithmus
6	Fahrzeug
7	Linkes Vorderrad
8	Rechtes Vorderrad
20	10-14       Verfahrensschritte
20	20           ROP- bzw. ESP-Druckvorgabe vorne rechts
21	21           Tatsächlicher Druckverlauf vorne rechts
22	22           Vorbereitungs-Bremsdruck vorne links
23	23           ROP- bzw. ESP-Druckvorgabe vorne links
25	24           Tatsächlicher Druckverlauf vorne links mit Vorbereitungs-Bremsdruck
25	25           Tatsächlicher Druckverlauf vorne links ohne Vorbereitungs-Bremsdruck
t0-t3	Zeitpunkte
30	A, B, C       Fahrzustände
V	Fahrzeuggeschwindigkeit
$a_y$	Querbeschleunigung
$d\delta/dt$	Lenkgeschwindigkeit
S	Steuersignal

5

## 10 Patentansprüche

1. Verfahren zum Stabilisieren eines Fahrzeugs (6) in kritischen Fahrsituationen, bei dem eine kritische Fahrsituation mittels einer Sensorik (2) erkannt wird und ein 15 Regelalgorithmus (4,5) unter einer vorgegebenen Bedingung mittels eines Bremssystems (3) in den Fahrbetrieb des Fahrzeugs (6) eingreift, dadurch gekennzeichnet, dass an einer Radbremse eines Rades (7), an dem in Kürze ein Stabilisierungseingriff (23) erwartet wird, bereits vor dem 20 Stabilisierungseingriff (23) ein Vorbereitungs-Bremsdruck (22) mit geringem Pegel aufgebaut wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugquerbeschleunigung ( $a_y$ ) und die Lenkgeschwindigkeit ( $d\delta/dt$ ) ermittelt und schwellenwertüberwacht werden 25 und der Vorbereitungs-Bremsdruck (22) aufgebaut wird, wenn die Fahrzeugquerbeschleunigung ( $a_y$ ) einen vorgegebenen Schwellenwert (SW3) überschreitet und die Lenkgeschwindigkeit ( $d\delta/dt$ ) einen vorgegebenen Schwellenwert (SW2) 30 unterschreitet.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorbereitungs-Bremsdruck (22) während eines Spurwechselmanövers aufgebaut wird, bei dem innerhalb einer 35 vorgegebenen Zeit (T) ein erstes Lenkmanöver und ein zweites Lenkmanöver in Gegenrichtung stattfinden, wenn bei dem zweiten Lenkmanöver die Querbeschleunigung ( $a_y$ ) größer ist als ein vorgegebener Schwellenwert (SW3) und die Lenkgeschwindigkeit einen Schwellenwert (SW2) unterschreitet.

- 5 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Lenkmanöver eine Querbeschleunigung ( $a_y$ ) und eine Lenkgeschwindigkeit ( $d\delta/dt$ ) aufweisen, die jeweils einen vorgegebenen Schwellenwert (SW3, SW1) überschreiten.
- 10 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktion zum Aufbau eines Vorbereitungs-Bremsdrucks (22) deaktiviert wird, wenn eine vorgegebene Deaktivierungsbedingung (14) erfüllt ist.
- 15 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Deaktivierungsbedingung ein Signal (S) des Regelalgorithmus (4,5) ist, mit dem ein Bremseneingriff angefordert wird.
- 20 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Deaktivierungsbedingung darin besteht, dass die Änderung des Lenkwinkels ( $d\delta/dt$ ) über eine vorgegebene Zeit (T1) kleiner ist als ein vorgegebener Schwellenwert.
- 25 8. Fahrdynamikregelungssystem zum Stabilisieren eines Fahrzeugs (6) in kritischen Fahrsituationen, mit einem Steuergerät (1), in dem ein Fahrdynamikregelungsalgorithmus (4,5) hinterlegt ist, einer Sensorik (2) zum Aufnehmen verschiedener den Fahrzustand beschreibender Größen (math> $a_y, d\delta/dt, v$ ), und einem Bremssystem (3) zum Durchführen eines Stabilisierungseingriffs, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (1) eine Radbremse eines Rades (7), an dem in Kürze ein Stabilisierungseingriff (23) erwartet wird, bereits vor dem Stabilisierungseingriff (23) ansteuert und einen Vorbereitungs-Bremsdruck (22) mit geringem Pegel aufbaut.
- 30
- 35

1 / 3

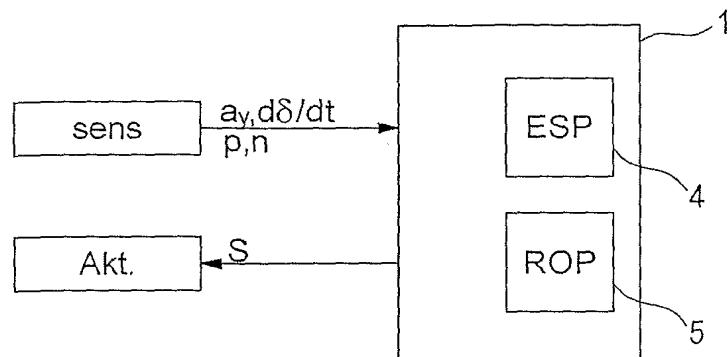


Fig. 1

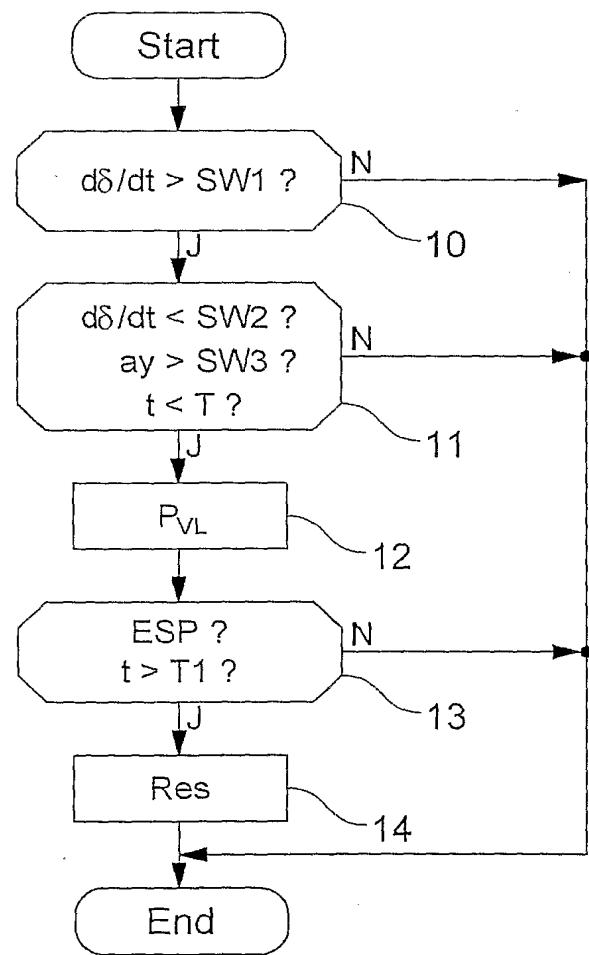


Fig. 2

2 / 3

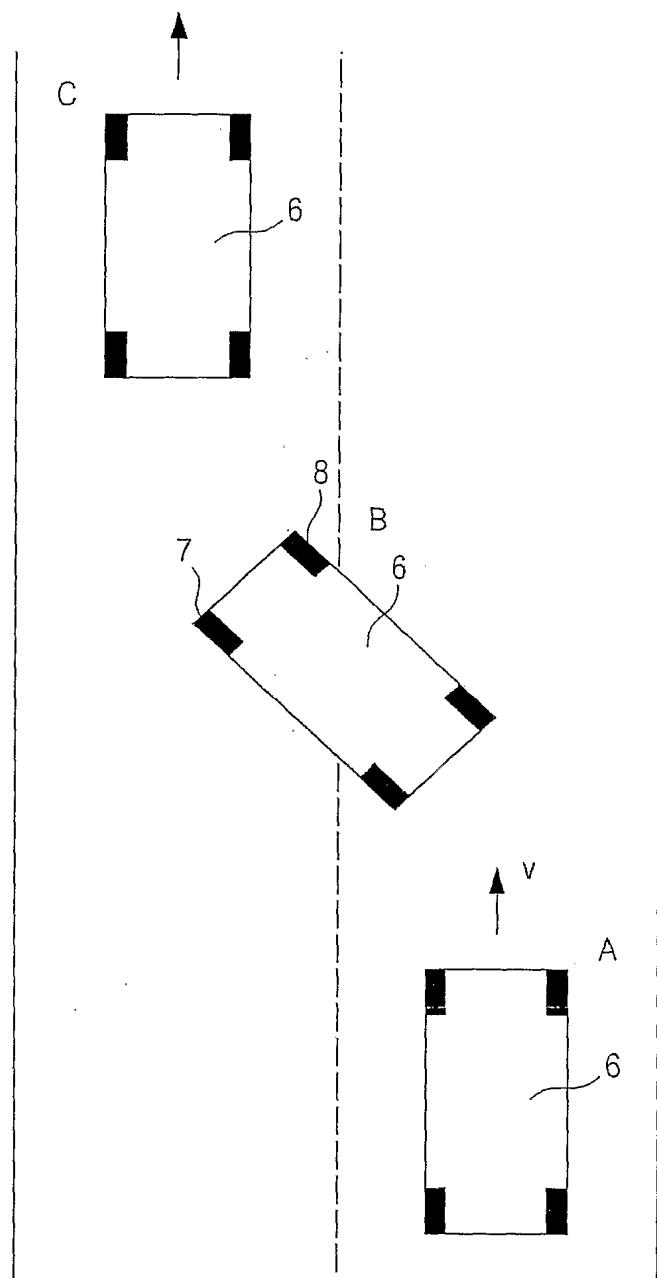


Fig. 3

3 / 3

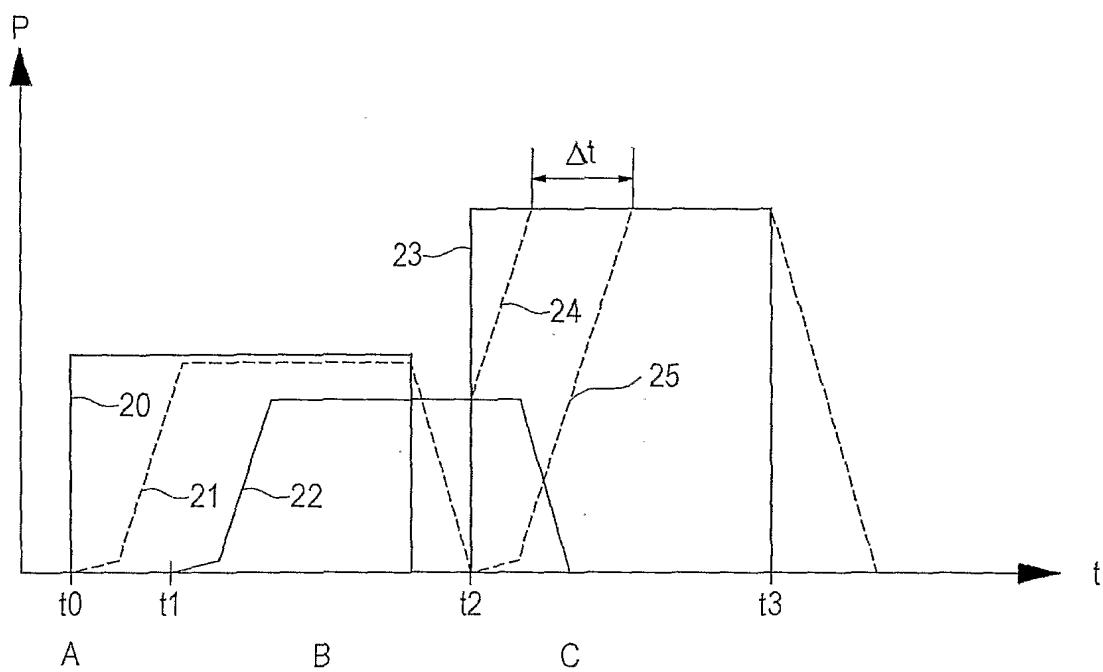


Fig. 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/002357

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 7 B60T8/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 54 647 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG; CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG) 8 May 2002 (2002-05-08) paragraphs '0016! - '0020! figure 2 -----	1-8
X	DE 101 19 907 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG) 24 October 2002 (2002-10-24) claims 1-6,8,9 figure 2 -----	1-8
X	US 6 149 251 A (WUERTH ET AL) 21 November 2000 (2000-11-21) claims 1-3,7-9 -----	1,8
A		2,5

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- °A° document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- °E° earlier document but published on or after the international filing date
- °L° document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- °O° document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- °P° document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- °T° later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- °X° document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- °Y° document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- °&° document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 February 2005

Date of mailing of the international search report

09/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Colonna, M

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/002357

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 10054647	A1 08-05-2002	WO 0236401	A1	10-05-2002
		EP 1334017	A1	13-08-2003
		JP 2004513010	T	30-04-2004
		US 2004046447	A1	11-03-2004
DE 10119907	A1 24-10-2002	NONE		
US 6149251	A 21-11-2000	DE 19615294	A1	23-10-1997
		WO 9739930	A1	30-10-1997
		DE 59707679	D1	14-08-2002
		EP 0836567	A1	22-04-1998
		JP 11508211	T	21-07-1999

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2004/002357

## A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B60T8/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B60T

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 100 54 647 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG; CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG) 8. Mai 2002 (2002-05-08) Absätze '0016! - '0020! Abbildung 2	1-8
X	DE 101 19 907 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG) 24. Oktober 2002 (2002-10-24) Ansprüche 1-6,8,9 Abbildung 2	1-8
X	US 6 149 251 A (WUERTH ET AL) 21. November 2000 (2000-11-21)	1,8
A	Ansprüche 1-3,7-9	2,5

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- & Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21. Februar 2005

09/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Colonna, M

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002357

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10054647	A1	08-05-2002	WO EP JP US	0236401 A1 1334017 A1 2004513010 T 2004046447 A1	10-05-2002 13-08-2003 30-04-2004 11-03-2004
DE 10119907	A1	24-10-2002	KEINE		
US 6149251	A	21-11-2000	DE WO DE EP JP	19615294 A1 9739930 A1 59707679 D1 0836567 A1 11508211 T	23-10-1997 30-10-1997 14-08-2002 22-04-1998 21-07-1999